

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01N33/00, G01L1/00, F03G7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01N33/00, G01L1/00, F03G7/00, G01N3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-2636 A (Japan Tobacco Inc.), 07 January, 2000 (07.01.00), Par. Nos. [0025], [0037]: all drawings (Family: none)	1 2, 13, 14, 17
X Y	JP 5-231962 A (Hoechst Celanese Corp.), 07 September, 1993 (07.09.93), Par. Nos. [0002], [0003], [0013] to [0016], [0047], [0055], [0058]; all drawings & US 5188456 A1 & EP 545247 A1	13 1, 2, 14, 17
Y A	A. Della Santa, Performance and work capacity of a polypyrrole conducting polymer linear actuator, Synthetic Metals, 1997, 90, pages 93 to 100	1, 2, 13, 14, 17 3-12, 15, 16, 18-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 February, 2005 (18.02.05)Date of mailing of the international search report
08 March, 2005 (08.03.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016211

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	M.R. Gandhi, Mechanism of electromechanical actuation in polypyrrole, Synthetic Metals, 1995, 73, pages 247 to 256	1,2,13,14
Y	Hidenori OKUSAKI, "Kuukichu ni Okeru Polypyrrole Film no Denba Oto Tokusei", Kobunshi Kako, 2000, Vol.49, No.4, pages 163 to 167	1,2,13,14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G01N33/00, G01L1/00, F03G7/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G01N33/00, G01L1/00, F03G7/00, G01N3/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2000-2636 A (日本たばこ産業株式会社) 2000. 01. 07、【0025】、【0037】、全図 (ファミリーなし)	1 2, 13, 14, 17
X Y	JP 5-231962 A (ヘキスト・セラニーズ・コーポレーション) 1993. 09. 07、【0002】、【0003】、【001 3】～【0016】、【0047】、【0055】、 【0058】、全図 & US 5188456 A1 & EP 545247 A1	1, 3 1, 2, 14, 17
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18. 02. 2005		国際調査報告の発送日 08. 3. 2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 遠藤 孝徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	A.Della Santa, Performance and work capacity of a polypyrrole conducting polymer linear actuator, Synthetic Metals, 1997, 90, p. 93-100	1, 2, 13, 14, 17 3-12, 15, 16, 18-22
Y	M. R. Gandhi, Mechanism of electromechanical actuation in polypyrrole, Synthetic Metals, 1995, 73, p. 247-256	1, 2, 13, 14
Y	奥崎秀典、空気中におけるポリピロールフィルムの電場応答特性、高分子加工、2000、第49巻、第4号、p. 163-167	1, 2, 13, 14

明 細 書

変位量測定装置及び発生力測定装置

技術分野

[0001] 本発明は伸張及び／又は収縮する試料を作動させて、その変位量を測定するための変位量測定装置、及び試料の押圧力及び／又は引張力を測定するための発生力測定装置に関する。

背景技術

[0002] ロボット、工作機械、自動車等の電磁モータを利用する分野では、駆動システムの軽量化が求められている。しかし電磁モータの出力密度はモータの重量に依存するため、電磁モータを利用したアクチュエータの軽量化には限界がある。そのため、小型軽量化が可能で、かつ大きな出力が得られるように、電磁モータを利用しないアクチュエータが望まれている。例えば小型軽量化が可能なアクチュエータとして、高分子材料からなるアクチュエータが注目されている。

[0003] 高分子膜アクチュエータは、ポリピロール等の高分子からなる膜を通電により伸張及び／又は収縮させ、その変位を利用するものである。高分子膜アクチュエータの実用化に当たっては、その性能を客観的に評価する必要がある、評価にはその駆動体である高分子膜の変位量及び発生力を正確に測定することが不可欠である。このため、高分子膜の変位量及び発生力の測定するための機器が提案されている。

[0004] 「シンセティック メタルズ」、73号、1995年、247～256頁（非特許文献1）には、インストロン4302引っ張り試験機（インストロン社製）のローディングポイントになるように組立てられた電気化学試験用セルが記載されている。この電気化学試験用セルを使用すると、ポリピロール膜からなる試験片の変位量及び発生力を測定することができる。試験片の上端部はポテンシオスタットに接続されており、電気接続部の役割を果たす。このため、試験片は作用電極として機能する。ステンレススチールの網からなる対極が、試験片を包囲するように設けられており、銀／塩化銀からなる参照電極も使われている。セル内には1規定の NaNO_3 溶液等の試験液が充填されている。

[0005] この電気化学試験用セルを用いると、1mm／分の速度で試料の上端部を引っ張り

ながら電圧を印加し、電圧印加による張力の減少や試料の伸びを測定することができる。しかし試料を引っ張った状態に保持しているので、通電により試験片が伸びる量を直接測定することはできないという問題がある外、変位や発生力を精度良く測定するのが困難である。さらに試料をセル内に縦に保持しているので、測定中に試料を観察し難い上、試料の交換に手間がかかるという問題もある。

- [0006] 非特許文献1:ガンディ外3名、「シンセティック メタルズ」、73号、1995年、247〜256頁 (Synthetic Metals 73(1995)247-256,「Mechanism of electromechanical actuation in polypyrrole」、M.R.Gandhi、P.Murray、G.M.Spinks、G.G.Wallace)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 従って、本発明の目的は、伸縮する試料の変位量及び／又は発生力を精度良く測定でき、測定時に試料を観察し易く、試料を容易に交換できる変位量測定装置及び発生力測定装置を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者らは、伸張及び／又は収縮する試料の変位量又は発生力を測定する装置において、前記試料の先端に可動部材を接合し、前記可動部材を摩擦低減体によって水平かつ可動自在に支持させた状態で前記試料を作動させると、試料の変位量又は発生力を精度良く測定できる上、試料を容易に交換できることを発見し、本発明に想到した。

- [0009] すなわち、本発明の変位量測定装置は、試料を伸張及び／又は収縮させ、その伸張量及び／又は収縮量を測定するもので、前記試料を伸縮させる作動手段と、前記試料の先端に接合された可動部材と、前記可動部材を水平かつ可動自在に支持する摩擦低減体と、前記可動部材の変位量を測定する変位センサとを具備し、作動手段により前記試料を伸張及び／又は収縮させ、もって前記可動部材を変位させ、その変位量を前記変位センサにより測定することを特徴とする。

- [0010] 前記可動部材に変位方向と逆向きの負荷をかけながら前記試料を伸張及び／又は収縮させ、前記変位量を測定するようになっているのが好ましい。

- [0011] 変位量測定装置の好ましい一例は、前記試料が入れられるセルと、前記可動部材

の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記試料の後端は前記セル内で固定状態であり、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の伸張時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を伸張させて前記可動部材を前方に変位させ、前記試料の伸張量を測定することを特徴とする。

[0012] 変位量測定装置の好ましい別の例は、前記試料が入れられるセルと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記試料の後端は前記セル内で固定状態であり、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の収縮時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を収縮させて前記可動部材を後方に変位させ、前記試料の収縮量を測定することを特徴とする。

[0013] 前記セルを支持する固定部材を有し、前記固定部材は前記セルの後端に垂直に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドとからなり、前記試料は前記セルの内面に固定されているのが好ましい。前記試料を支持する固定部材を有し、前記固定部材は固定ロッドと、前記固定ロッドを支持するスタンドと、前記固定ロッドの先端に垂直に取り付けられた固定板とからなり、前記固定ロッドは前記スタンドにより水平に支持されており、前記試料は前記固定板に取り付けられていても良い。

[0014] 通電により伸張及び／又は収縮する試料の変位量を測定する装置は、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記セル内に充填された電解液と、前記電解液に浸漬された対極とを具備し、前記作用電極は前記セル内で固定されており、前記試料は前記電解液に浸漬されており、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記試料を伸張及び／又は収縮させるのが好ましい。

[0015] 変位量測定装置のさらに別の例は、前記試料を固定する固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の伸張時に

負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を伸張させて前記可動部材を前方に変位させ、前記試料の伸張量を測定することを特徴とする。

[0016] 変位量測定装置のさらに別の例は、前記試料を固定する固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の収縮時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を収縮させて前記可動部材を後方に変位させ、前記試料の収縮量を測定することを特徴とする。

[0017] 固体電解質からなり、通電により伸張及び／又は収縮する試料の変位量を測定する装置は、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記試料の先端に接合された対極とを具備し、前記試料の後端は前記作用電極を介して固定ロッドに取り付けられており、前記試料の先端は前記対極を介して前記可動部材に取り付けられており、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記試料を伸張及び／又は収縮させることを特徴とする。

[0018] いずれの変位量測定装置においても、前記摩擦低減体はエアベアリングであるのが好ましい。前記試料の後端側にステージが設けられており、前記ステージ上に前記スタンドが立設されており、前記ステージは前記変位センサからの信号を受信して前記可動部材の変位と同じ向き及び／又は逆向きに動くようになっているのが好ましい。

[0019] 本発明の発生力測定装置は、試料に押圧力及び／又は引張力を生じさせ、その発生力を測定するもので、前記試料を作動させる手段と、前記試料の先端に接合された可動部材と、前記可動部材の先端に取り付けられたロードセルと、前記可動部材を水平かつ可動自在に支持する摩擦低減体とを具備し、作動手段を用いて前記試料に前記発生力を生じさせ、前記可動部材により前記ロードセルに伝達し、前記ロードセルによって測定することを特徴とする。

[0020] 前記試料に作動方向と同じ向き又は逆向きの負荷をかけながら、前記試料の押圧力及び／又は引張力を測定するようになっているのが好ましい。

[0021] 発生力測定装置の好ましい例は、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車

と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、前記押圧力の発生時に前記錘により前記可動部材に負荷がかけられることを特徴とする。

[0022] 発生力測定装置の別の例は、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており前記引張力の発生時に前記錘により前記可動部材に負荷がかけられることを特徴とする。

[0023] 通電により押圧力及び／又は引張力を発生する試料の発生力を測定する装置は、前記試料が入れられるセルと、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記セル内に充填された電解液と、前記電解液に浸漬された対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記発生力を生じさせるのが好ましい。

[0024] 発生力測定装置のさらに別の例は、前記試料の後端に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の押圧力発生時に負荷がかけられることを特徴とする。

[0025] 発生力測定装置のさらに別の例は、前記試料の後端に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の引張力発生時に負荷がかけられることを特徴とする。

[0026] 固体電解質からなり、通電により押圧力及び／又は引張力を発生する試料の発生力を測定する装置は、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記試料の先端に接合された対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記発生力を生じさせることを特徴とする。

[0027] いずれの発生力測定装置においても、前記摩擦低減体はエアベアリングであるのが好ましい。前記試料の後端側にステージが設けられており、前記ステージ上に前記スタンドが立設されており、前記ステージは前記ロードセルからの信号を受信して

前記可動部材の変位と同じ向き及び／又は逆向きに動くようになっているのが好ましい。

発明の効果

- [0028] 本発明の変位量測定装置においては、試料の先端に可動部材が接合されており、可動部材は水平かつ可動自在に支持されている。このため試料が伸張及び／又は収縮すると可動部材も変位し、変位センサによりその変位量を測定することができる。可動部材は摩擦低減体によって支持されているので、摩擦によって変位量がほとんど又は全く減衰しない。従って、変位量を精度良く測定することができる。
- [0029] 本発明の発生力測定装置においては、試料の先端に可動部材が接合されており、可動部材は摩擦低減体によって水平に支持されており、可動部材の先端はロードセルに接続されている。このため試料に押圧力及び／又は引張力を生じさせると、その発生力が可動部材によってロードセルに伝えられ、発生力を測定することができる。可動部材は摩擦低減体によって支持されているので可動部材に摩擦力が生じず、発生力をロードセルにほとんどロス無く伝えられる。従って、発生力を精度良く測定することができる。
- [0030] さらに、本発明の変位量測定装置及び発生力測定装置は、試料を水平方向に作動させるので、作動時に試料を観察しやすい。また試料の交換を容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0031] [図1]本発明の変位量測定装置の一例を示す概略構成図である。
[図2]本発明の発生力測定装置の一例を示す概略構成図である。
[図3]本発明の変位量測定装置の別の例を示す概略構成図である。
[図4]変位量測定装置の組立と動作を説明するための概略図であり、(a) は試料等をセル内にセットする順序を示し、(b) は電極間に通電していない状態を示し、(c) は通電により試料を伸張させた状態を示す。
[図5]本発明の発生力測定装置の別の例を示す概略構成図である。
[図6]本発明の変位量測定装置のさらに別の例を示す概略構成図である。
[図7]本発明の発生力測定装置のさらに別の例を示す概略構成図である。

[図8]本発明の変位量測定装置のさらに別の例を示す概略構成図である。

[図9]本発明の発生力測定装置のさらに別の例を示す概略構成図である。

[図10]実施例1及び比較例1の装置により測定した変位量及び摩擦力を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0032] 図1は、本発明の変位量測定装置の一例を示す。この変位量測定装置は試料Sを支持する固定部材2と、試料Sの先端に接合された可動部材3と、可動部材3を支持するエアベアリング5と、可動部材3の前方に設けられたレーザー変位計81とを具備する。試料Sは作動手段100によって伸張及び／又は収縮するようになっている。本明細書中、試料Sの伸張によって可動部材3が移動する方向を前方又は先とし、収縮によって可動部材3が移動する方向を後方又は後ろとする。

[0033] 固定部材2は固定ロッド20と、固定ロッド20を支持するスタンド21とを有する。試料Sの後端が固定ロッド20の先端に固定されている。固定ロッド20の後端はスタンド21に垂直に固定されており、固定ロッド20は水平に支持されている。スタンド21はステージ22に立設されている。ステージ22は、レーザー変位計81によって測定された変位量のデータを受信するようになっている。ステージ22は移動可能であり、変位量に応じて可動部材3の変位と同じ方向又は逆の方向に動く。

[0034] 可動部材3は水平に支持された可動ロッド30と、可動ロッド30の先端に垂直に取り付けられた反射板32とからなる。可動部材3の後端は試料Sに取り付けられて固定端となっており、先端は自由端となっている。可動ロッド30はエアベアリング5により可動自在に支持されているので、試料Sの伸張及び／又は収縮に従って変位する。可動部材3の変位量は試料Sの伸縮量と同じであり、可動部材3の変位方向は試料Sの伸縮方向と同じである。

[0035] 反射板32は可動ロッド30の先端に垂直に取り付けられている。反射板32はレーザー変位計81の測定可能な範囲dに位置する。したがって、レーザーを反射板32に照射してその変位量を測定することができる。

[0036] エアベアリング5は可動ロッド30を水平に支持するように、支柱50に取り付けられている。エアベアリング5はエアAの供給口51を有している。エアAは供給口51からエア

ベアリング5と可動ロッド30との隙間52に充填されるようになっている。これによりエアベアリング5は、実質的に可動ロッド30に接触することなく可動部材3を支持する。このため可動ロッド30の動摩擦係数は、ほぼゼロである。

- [0037] 作動手段100が試料Sを伸張及び／又は収縮させる方法は、特に限定されず、試料によって適当に選択すれば良い。試料Sを伸張及び／又は収縮させる方法として、例えば試料Sに通電する方法や、音、光、電磁波を照射する方法、試料Sの温度を変化させる方法、試料Sを溶液中に浸漬してその溶液のpHや濃度を変化させる方法等が挙げられる。
- [0038] 作動手段100によって試料Sが伸張すると、可動ロッド30は図中右側(レーザー変位計81側)に変位する。可動ロッド30の先端に取り付けられた反射板32も同じだけ変位するので、レーザー変位計81によりレーザー光Lを反射板32に(a) 照射しながら試料Sを伸張及び／又は収縮させるか、(b) 伸張及び／又は収縮の前後に照射すると、試料Sの伸縮量に相当する可動部材3の変位量を測定することができる。逆に試料Sが収縮すると、可動ロッド30は図中左側に変位する。収縮量も伸張量と同様にレーザー変位計81によって測定することができる。
- [0039] 変位量の情報をステージ22に送信し、変位量に応じてステージ22をレーザー変位計81に近づける方向又はレーザー変位計81から離れる方向に所望の距離だけ移動させてもよい。変位量の大きさに対応した移動量でレーザー変位計81から離れるか、レーザー変位計81に近付くかするように、ステージ22の移動距離をプログラムしておくのが好ましい。試料Sの伸張量が大き過ぎて、レーザー変位計81の測定可能範囲d外まで反射板32が変位してしまう場合に、ステージ22を移動させるのが有効である。具体的にはステージ22をレーザー変位計81から離れる方向に動かすことにより、固定ロッド20を後方に移動させる。これにより試料S及び反射板32も後方に移動するので、反射板32を測定可能範囲dに戻すことができる。
- [0040] 図2は、発生力測定装置の一例を示す。この発生力測定装置は、可動部材3の先端がロードセル82に接続されている以外、図1に示す変位量測定装置とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。
- [0041] 可動ロッド30の先端はロードセル82のロードボタン821に固定されている。ロードボタ

ン821はロードセル82内の歪み検出版(図示せず)に接触しており、可動ロッド30がロードボタン821を押すことにより、検出版がひずんで荷重を測定できるようになっている。

[0042] 試料Sの後端は固定端であり、先端側に連結された可動ロッド30の先端はロードセル82に固定されているので、試料Sの両側には伸張する余地が無い。このため作動手段100により試料Sに伸張及び／又は収縮する力を発生させると、試料Sはほとんど伸縮せず、可動ロッド30を介してロードセル82に発生力が伝達される。従って、試料Sの伸張及び／又は収縮時の発生力を測定することができる。

[0043] ステージ22により、固定ロッド20をロードセル82から離す又はロードセル82に近づけるような力を、固定ロッド20に与えることもできる。このようなステージ22の作用により、試料Sに与える負荷を変化させながら、試料Sの発生力を測定できる。この場合、発生力はロードセル82により測定した力と、ステージ22の駆動により与えた負荷との合力となる。もちろんステージ22は、可動ロッド30をロードセル82に当接させるための固定ロッド20の微調整にも使用される。

[0044] 図3は、変位量測定装置の別の例を示す。この変位量測定装置は箱型のセル1と、可動部材3に負荷をかける錘91を有する以外、図1に示す例とほぼ同じであるので相違点のみ以下に説明する。この変位量測定装置は、箱型のセル1と、セル1の後端1bに固定された固定ロッド20と、セル1の先端1a側に設けられた可動部材3と、可動部材3を支持するエアベアリング5と、可動部材3の前方に設けられたレーザー変位計81とを具備する。セル1の付近に滑車9が設けられており、滑車9に錘91が懸下されている。錘91は、糸92を介して可動部材3に接続されている。

[0045] セル1の中には試料Sが入れている。試料Sの後端S2は固定端となっており、作用電極11が接合されている。セル1内には電解液12が充填されており、電解液12に対極13及び参照電極14が浸漬されている。作用電極11、対極13及び参照電極14にはそれぞれリード線が接続されている。試料Sの先端S1には可動部材3の後端が接合されている。試料Sの先端S1の下半分は可動板34によって覆われていないので、試料Sは電解液12に十分に接触しており、作用電極11と対極13との間に電圧を印加すると、試料Sに電流が流れて試料Sは収縮又は伸張する。

- [0046] 可動部材3は、エアベアリング5により水平かつ可動自在に支持された可動ロッド30と、可動ロッド30の後端に垂直に取り付けられた負荷用板体31と、可動ロッド30の先端に垂直に取り付けられた反射板32と、負荷用板体31に垂直に取り付けられた可動バー33とを具備する。可動バー33の後端には、可動板34が垂直に取り付けられている。可動バー33は、セル1の先端1a側に設けられた開口部10を貫通しており、開口部10に設けられたベアリング16により可動自在に支持されている。電解液12が漏出しないように、可動バー33と開口部10の間はシールされている。
- [0047] 負荷用板体31は可動バー33及び可動ロッド30に垂直になるように、これらの間に縦に挟持されている。このため負荷用板体31は可動バー33及び可動ロッド30の変位に伴って、移動する。負荷用板体31の後側の面(可動バー33側の面)に、錘91を懸下する糸92が取り付けられている。糸92は負荷用板体31と滑車9との間に水平に支持されている。このため試料Sは、伸張する際に、滑車9に懸下された錘91によって負荷をかけられることになる。糸92は錘91を懸下できる強度を有していれば良く、糸92の材質は特に限定されない。糸92の材質としては、例えば木綿等の天然繊維、ナイロン等の合成繊維が挙げられる。また金属のワイヤを使用しても良い。
- [0048] 図4(a)に示すように、一端に作用電極11を接合した試料Sを作用電極11が固定ロッド20側になるようにセル1内に入れ、作用電極11をセル1の内面に接合する。これにより試料Sの作用電極11側が固定されて後端S2となる。先端S1には可動板34を接合する。予め可動板34を可動バー33に取り付けておくのが好ましい。次いでセル1に電解液12を充填し、対極13及び参照電極14を浸漬する。これらをセル1に入れる順序は特に限定されず、例えば対極13等を設置した後で、電解液12を充填しても良い。
- [0049] 図4(b)に示すように、滑車9に錘91を懸下した状態で、作用電極11が陽極又は陰極となるように電圧を印加する。印加電圧が十分に大きいと、通電された試料Sは錘91の負荷に逆らって伸張する(図4(c))。試料Sが伸張すると、可動バー33及び可動ロッド30は図中右側(レーザー変位計81側)に変位し、可動ロッド30の先端に取り付けられた反射板32も同じだけ変位するので、レーザー変位計81により試料Sの伸長量を測定することができる。なお試料Sを伸張させるために、作用電極11が陽極、陰極のいずれとなるように通電すべきかは、試料S及び電解液12の組成、並びにこれらの

組合わせによって決まる。

- [0050] 試料Sの収縮量を測定するには、滑車9を負荷用板体31より先端側(レーザー変位計81側)に設けて収縮時に錘91により負荷がかかるようにし、試料Sに逆向きに通電すれば良い。滑車9をレーザー変位計81の前方(図中右側)に設ける場合、糸92を反射板32に取り付けても良い。印加電圧が十分に大きいと、通電されて試料Sは錘91の負荷に逆らって収縮する。試料Sが収縮すると、可動バー33及び可動ロッド30は図中左側(固定ロッド20側)に変位し、可動ロッド30の先端に取り付けられた反射板32も同じだけ変位するので、レーザー変位計81により試料Sの収縮量を測定することができる。
- [0051] 図5は、発生力測定装置の別の例を示す。この発生力測定装置は、可動部材3の先端がロードセル82に接続されている以外、図3及び4に示す変位量測定装置とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。
- [0052] 可動部材3は、エアベアリング5により水平に支持された可動ロッド30と、可動ロッド30の後端に垂直に取り付けられた負荷用板体31と、負荷用板体31に垂直に取り付けられた可動バー33とを具備する。可動ロッド30の先端はロードセル82のロードボタン821に固定されている。ロードボタン821はロードセル82内の歪み検出版(図示せず)に接触しており、可動ロッド30がロードボタン821を押すことにより荷重を測定できるようになっている。
- [0053] 滑車9に錘91を懸下した状態で、作用電極11が陽極又は陰極となるように電圧を印加する。通電された試料Sには伸張する力が発生するものの、試料Sの後端S2は固定端であり、先端S1側に連結された可動ロッド30の先端はロードセル82に固定されているので、試料Sの両側には伸張する余地がほとんど無い。このため試料Sはほとんど伸張せず、可動バー33及び可動ロッド30を介してロードセル82に発生力が伝達される。従って、試料Sの伸張時の発生力を測定することができる。
- [0054] 試料Sの収縮時の発生力を測定するには、滑車9を負荷用板体31より先端側(レーザー変位計81側)に設けて収縮時に錘91により負荷がかかるようにし、試料Sに逆向きに通電すれば良い。通電された試料Sに収縮する力が発生すると、可動バー33及び可動ロッド30を介してロードセル82に発生力が伝達される。このため、試料Sの収縮

時の発生力を測定することができる。

[0055] 図6に示す変位量測定装置は、錘91が試料Sを引っ張るように可動部材3に取り付けられている以外、図3及び4に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。この変位量測定装置は、膜状の試料Sの収縮量を測定するために使用される。

[0056] 試料Sの後端S2は、固定板23の下端部231に取り付けられている。固定板23は固定ロッド20の先端に垂直に固定されている。固定板23の下端部231には作用電極11が形成されており、下端部231は電解液12中に浸漬されている。試料Sの後端S2は作用電極11に接着されており、先端S1は可動板34の下端部341に接着されている。これにより試料Sはセル1の長手方向に浸漬されている。

[0057] 可動部材3は可動ロッド30と、可動ロッド30に垂直に取り付けられた可動板34と、可動ロッド30の先端に垂直に取り付けられた反射板32とからなる。可動板34は可動ロッド30の後端に垂直に固定されており、可動板34及び可動ロッド30は試料Sの収縮に伴って、図中左側（固定ロッド20側）に変位する。

[0058] セル1には電解液12が入れられており、電解液12に対極13及び参照電極14が浸漬されている。対極13は板状又は網状であるのが好ましく、試料Sと平行になるように電解液12に浸漬されているのが好ましい。

[0059] 滑車9はレーザー変位計81より前方に設けられており、錘91が滑車9に懸下されている。錘91に接続された糸92の後端は、反射板32に取り付けられている。

[0060] 図6に示すように、滑車9に錘91を懸下した状態で、作用電極11が陰極又は陽極となるように電圧を印加する。印加電圧が十分に大きいと、試料Sは錘91の負荷に逆らって収縮する。試料Sが収縮すると可動ロッド30は図中左側に変位し、可動ロッド30の先端に取り付けられた反射板32も同じだけ変位するので、レーザー変位計81により反射板32の変位量を測定することができる。

[0061] 図7に示す発生力測定装置は、可動板34が可動ロッド30に取り付けられており、錘91が試料Sを引っ張るように可動部材3に取り付けられている以外、図5に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。この発生力測定装置は、膜状の試料Sの収縮時に生じる引張り力の測定に使用される。

- [0062] 試料Sの後端S2は、固定板23の下端部231に取り付けられている。固定板23は固定ロッド20の先端に垂直に固定されている。固定板23の下端部231には作用電極11が形成されており、作用電極11上に試料Sの後端S2が接着されている。先端S1は可動板34の下端部341に取り付けられている。可動板34は可動ロッド30に垂直に固定されている。可動板34及び可動ロッド30は試料Sの収縮に伴って変位する。
- [0063] セル1には電解液12が入れられており、電解液12に対極13及び参照電極14が浸漬されている。対極13は板状又は網状であるのが好ましく、試料Sと平行になるようにセル1の長手方向に浸漬されているのが好ましい。
- [0064] 可動ロッド30の先端はロードセル82のロードボタン821に固定されており、可動ロッド30により試料Sの発生力が伝わるようになっている。滑車9はロードセル82の前方に設けられており、滑車9に錘91が懸下されている。可動ロッド30の先端付近に、可動ロッド30に垂直に支持部材93が設けられており、糸92の後端が支持部材93に取り付けられている。糸92は滑車9と支持部材93との間で水平になるように支持されている。図7に示す例では支持部材93は棒状であるが、板状であっても差し支えない。また糸92は可動板34に取り付けても良い。可動板34に取り付ける場合、糸92が支柱50に接触しないように可動板34を大きくする必要がある。
- [0065] 試料S及び可動ロッド30をこれらの先端側(図中右側)に引っ張るように錘91が取り付けられているので、試料Sに通電していない状態では、可動ロッド30がロードボタン821を押している。作用電極11が陰極又は陽極となるように電圧を印加すると、試料Sに収縮する力が発生する。収縮力が発生すると、可動ロッド30には試料Sの方へ引っ張られる力がかかるのでロードボタン821への荷重が減少する。この減少量は試料Sの発生力とみなすことができる。
- [0066] 図8は、変位量測定装置のさらに別の例を示す。図8に示す例は、固定板23と可動板34との間に柱状の試料Sが挟持されている以外、図6に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。
- [0067] 試料Sの後端S2に作用電極11が形成されており、作用電極11が固定板23に接着されている。試料Sの先端S1に対極13が形成されており、対極13が可動板34に接着されている。試料Sは固体電解質からなり、後端S2と先端S1に作用電極11と対極13がそ

れぞれ接着されているので通電可能である。

[0068] 滑車9に錘91を懸下した状態で、作用電極11が陰極又は陽極となるように電圧を印加する。印加電圧が十分に大きいと、試料Sは錘91の負荷に逆らって収縮する。試料Sが収縮すると可動ロッド30は図中左側に変位し、可動ロッド30の先端に取り付けられた反射板32も同じだけ変位するので、レーザー変位計81により試料Sの変位量を測定することができる。

[0069] 図9は、発生力測定装置のさらに別の例を示す。図9に示す例は、固定板23と可動板34との間に柱状の試料Sが挟持されている以外、図7に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。

[0070] 試料Sの後端S2に作用電極11が形成されており、作用電極11が固定板23に接着されている。試料Sの先端S1に対極13が形成されており、対極13が可動板34に接着されている。試料Sは固体電解質からなり、後端S2と先端S1に作用電極11と対極13がそれぞれ接着されているので通電可能である。

[0071] 試料Sに通電していない状態では、可動ロッド30がロードボタン821を押している状態である。作用電極11が陰極又は陽極となるように電圧を印加すると、試料Sに収縮する力が発生する。収縮力が発生すると、可動ロッド30には試料Sの方へ引っ張られる力がかかるのでロードボタン821への荷重が減少する。この減少量は試料Sの発生力とみなすことができる。

[0072] 糸92の取り付け位置や試料Sの固定位置は、試料Sの形状や、伸張と収縮のいずれを測定するかという条件に合わせて適宜選択できる。本発明の変位量測定装置の態様を表1に示す。

[表1]

試料Sの形状	負荷 ^{注1} の方向	糸92の取り付け位置	試料Sの固定位置	図
圧粉体	圧縮 ^{注2}	負荷用板31	セル1	図3
	圧縮	反射板32	セル1	—
	圧縮	負荷用板31	固定板23	—
	圧縮	反射板32	固定板23	—
	引っ張り ^{注3}	負荷用板31	セル1	—
	引っ張り	反射板32	セル1	—
	引っ張り	負荷用板31	固定板23	—
	引っ張り	反射板32	固定板23	—
膜	引っ張り	反射板32	セル1	—
	引っ張り	可動板34	セル1	—
	引っ張り	反射板32	固定板23	図6
	引っ張り	可動板34	固定板23	—
柱状体	圧縮	反射板32	固定板23	—
	圧縮	可動板34	固定板23	—
	引っ張り	反射板32	固定板23	図8
	引っ張り	可動板34	固定板23	—

注1:負荷は、錘91によって試料Sに与えられる力を表す。

注2:負荷の方向が「圧縮」とは、滑車9が糸92の取り付け位置より後方(図中左側)に設けられており、錘91が試料Sを圧縮するようになっていることを表す。

注3:負荷の方向が「引っ張り」とは、滑車9が糸の取り付け位置より前方(図中右側)に設けられており、錘91が試料Sを引っ張るようになっていることを表す。

[0073] 本発明の発生力測定装置の態様を表2に示す。

[表2]

試料Sの形状	負荷 ^{註1} の方向	糸92の取り付け位置	試料Sの固定位置	図
圧粉体	圧縮 ^{註2}	負荷用板31	セル1	図5
	圧縮	負荷用板31	固定板23	—
	引っ張り ^{註3}	負荷用板31	セル1	—
	引っ張り	支持部材93	セル1	—
	引っ張り	負荷用板31	固定板23	—
	引っ張り	支持部材93	固定板23	—
膜	引っ張り	支持部材93	セル1	—
	引っ張り	可動板34	セル1	—
	引っ張り	支持部材93	固定板23	図7
	引っ張り	可動板34	固定板23	—
柱状体	圧縮	可動板34	固定板23	—
	圧縮	支持部材93	固定板23	—
	引っ張り	可動板34	固定板23	—
	引っ張り	支持部材93	固定板23	図9

注1:負荷は、錘91によって試料Sに与えられる力を表す。

注2:負荷の方向が「圧縮」とは、滑車9が糸の取り付け位置より後方(図中左側)に設けられており、錘91が試料Sを圧縮するようになっていることを表す。

注3:負荷の方向が「引っ張り」とは、滑車9が糸の取り付け位置より前方(図中右側)に設けられており、錘91が試料Sを引っ張るようになっていることを表す。

実施例

[0074] 本発明を以下の実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

[0075] 実施例1

三塩化鉄3g、塩化銅1g及びパラトルエンスルホン酸ナトリウム3.6 gを水100 mLに溶解した。得られた溶液を室温で攪拌しながらピロール1gをゆっくり滴下し、滴下終了後、2時間攪拌した。生成した黒色沈殿をろ別し、エタノール、蒸留水で順次洗浄してポリピロール粉末を得た。ポリピロール粉末の電圧抵抗を測定したところ、20Ωであった。

[0076] ポリピロール粉末をIR錠剤用製錠器(直径10 mm)に入れ、真空脱気しながら748ー

873 MPaの圧力で5分間圧縮し、ポリピロール圧粉体Sを形成した。圧粉体の厚さは0.5 mmであった。

[0077] このポリピロール圧粉体Sの一面に白金箔(厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$)を貼り合わせて作用電極11を形成して接合体とし、作用電極11にリード線に接続した。図3及び4に示す変位置測定装置を使用し、接合体をセル1に入れて、エアベアリング5にエアAを供給しながら電圧を印加し、ポリピロール圧粉体Sの伸縮に伴う反射板32の変位置及びエアベアリング5に生じた摩擦力を測定した。測定条件は下記のとおりとした。結果を図10に示す。

イオン供給体: NaPF_6 水溶液 (1mol/L)

作用電極: 白金箔

対極 : 白金線

参照電極: 銀線

印加電圧: $-0.3\text{ V} \sim 0.3\text{ V}$

[0078] 比較例1

エアベアリング5にエアAを供給しながら電圧を印加し、変位置が0.14 mm程度になったところでエアAの供給を停止した以外実施例1と同様にして、反射板32の変位置及びエアベアリング5に生じた摩擦力を測定した。結果を図10に示す。

[0079] 実施例1では、摩擦力がほとんど発生していないのに対し、比較例1では $-150 \sim 150\text{ g}\cdot\text{f}$ 程度の摩擦力が発生していた。比較例1の変位置は、実施例1と比較して小さかった。これは摩擦のために可動部材3の変位置が減衰したためであると考えられる。

請求の範囲

- [1] 試料を伸張及び／又は収縮させ、その伸張量及び／又は収縮量を測定する装置において、前記試料を伸縮させる作動手段と、前記試料の先端に接合された可動部材と、前記可動部材を水平かつ可動自在に支持する摩擦低減体と、前記可動部材の変位量を測定する変位センサとを具備し、前記作動手段により前記試料を伸張及び／又は収縮させ、もって前記可動部材を変位させ、その変位量を前記変位センサにより測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [2] 請求項1に記載の変位量測定装置において、前記可動部材に変位方向と逆向きの負荷をかけながら前記試料を伸張及び／又は収縮させ、前記変位量を測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [3] 請求項1又は2に記載の変位量測定装置において、前記試料が入れられるセルと、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記試料の後端は前記セル内で固定状態であり、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の伸張時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を伸張させて前記可動部材を前方に変位させ、前記試料の伸張量を測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [4] 請求項1又は2に記載の変位量測定装置において、前記試料が入れられるセルと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記試料の後端は前記セル内で固定状態であり、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の収縮時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を収縮させて前記可動部材を後方に変位させ、前記試料の収縮量を測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [5] 請求項3又は4に記載の変位量測定装置において、前記セルを支持する固定部材を有し、前記固定部材は前記セルの後端に垂直に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドとからなり、前記試料は前記セルの内面に固定されていることを特徴とする変位量測定装置。

- [6] 請求項3又は4に記載の変位量測定装置において、前記試料を支持する固定部材を有し、前記固定部材は固定ロッドと、前記固定ロッドを支持するスタンドと、前記固定ロッドの先端に垂直に取り付けられた固定板とからなり、前記固定ロッドは前記スタンドにより水平に支持されており、前記試料は前記固定板に固定されていることを特徴とする変位量測定装置。
- [7] 請求項3～6のいずれかに記載の変位量測定装置において、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記セル内に充填された電解液と、前記電解液に浸漬された対極とを具備し、前記作用電極は前記セル内で固定されており、前記試料は前記電解液に浸漬されており、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記試料を伸張及び／又は収縮させることを特徴とする変位量測定装置。
- [8] 請求項1又は2に記載の変位量測定装置において、前記試料を固定する固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の伸張時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を伸張させて前記可動部材を前方に変位させ、前記試料の伸張量を測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [9] 請求項1又は2に記載の変位量測定装置において、前記試料を固定する固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の収縮時に負荷がかけられる状態になっており、前記作動手段により前記試料を収縮させて前記可動部材を後方に変位させ、前記試料の収縮量を測定することを特徴とする変位量測定装置。
- [10] 請求項8又は9に記載の変位量測定装置において、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記試料の先端に接合された対極とを具備し、前記試料の後端は前記作用電極を介して固定ロッドに取り付けられており、前記試料の先端は前記対極を介して前記可動部材に取り付けられており、前記作用電極と前記対極との間に通電

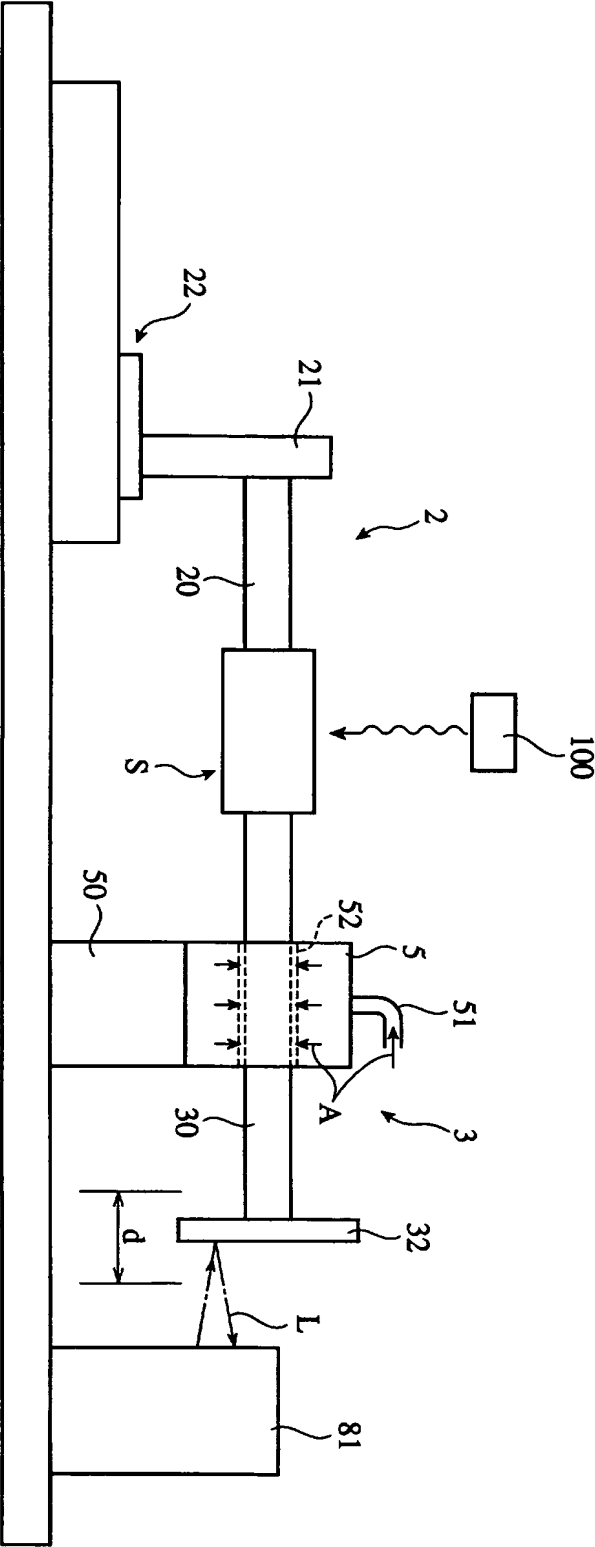
することにより前記試料を伸張及び／又は収縮させることを特徴とする変位量測定装置。

- [11] 請求項1～10のいずれかに記載の変位量測定装置において、前記摩擦低減体がエアベアリングであることを特徴とする変位量測定装置。
- [12] 請求項5～11のいずれかに記載の変位量測定装置において、前記試料の後端側にステージが設けられており、前記ステージ上に前記スタンドが立設されており、前記ステージは前記変位センサからの信号を受信して前記可動部材の変位と同じ向き及び／又は逆向きに動くようになっていることを特徴とする変位量測定装置。
- [13] 試料に押圧力及び／又は引張力を生じさせ、その発生力を測定する装置であって、前記試料を作動させる手段と、前記試料の先端に接合された可動部材と、前記可動部材の先端に取り付けられたロードセルと、前記可動部材を水平かつ可動自在に支持する摩擦低減体とを具備し、作動手段を用いて前記試料に前記発生力を生じさせ、前記可動部材により前記ロードセルに伝達し、前記ロードセルによって測定することを特徴とする発生力測定装置。
- [14] 請求項13に記載の発生力測定装置において、前記試料に作動方向と逆向きの負荷をかけながら、前記試料の押圧力及び／又は引張力を測定することを特徴とする発生力測定装置。
- [15] 請求項13又は14に記載の発生力測定装置において、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、前記押圧力の発生時に前記錘により前記可動部材に負荷がかけられることを特徴とする発生力測定装置。
- [16] 請求項13又は14に記載の発生力測定装置において、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、前記引張力の発生時に前記錘により前記可動部材に負荷がかけられることを特徴とする発生力測定装置。
- [17] 請求項13～16に記載の発生力測定装置において、前記試料が入れられるセルと、

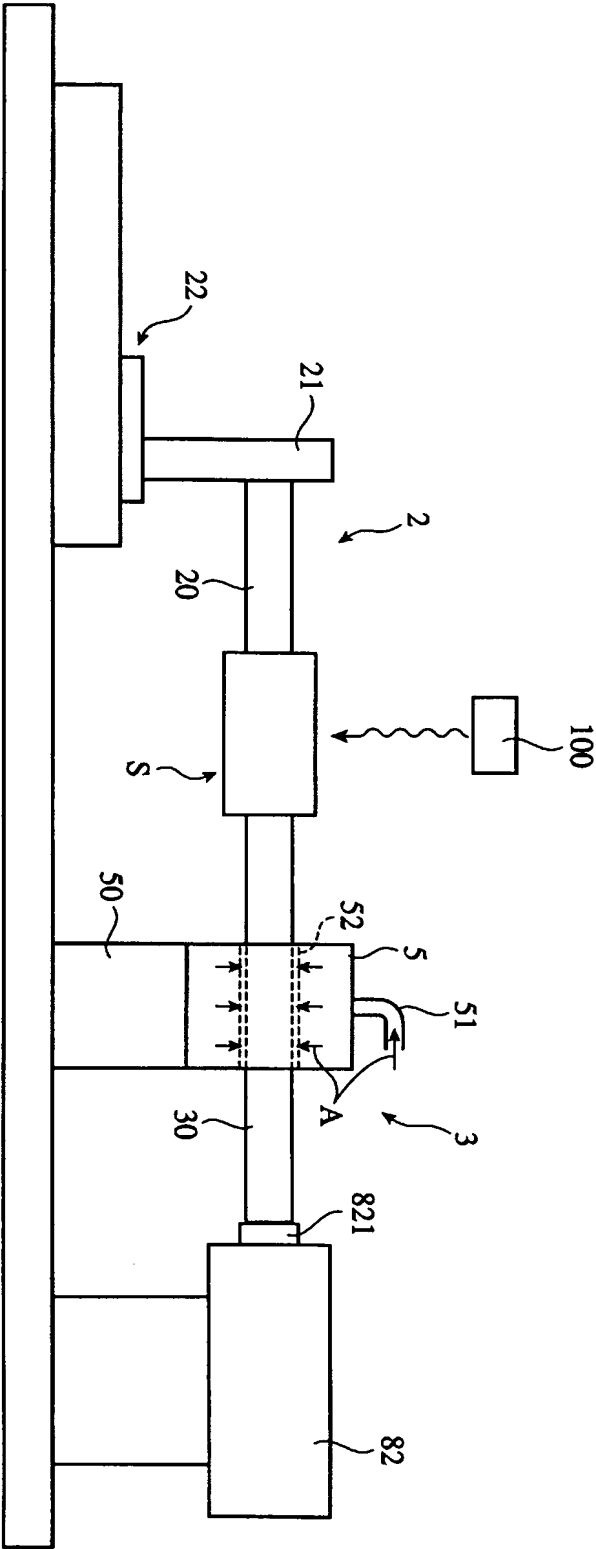
前記試料の後端に接合された作用電極と、前記セル内に充填された電解液と、前記電解液に浸漬された対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記発生力を生じさせることを特徴とする発生力測定装置。

- [18] 請求項13又は14に記載の発生力測定装置において、前記試料の後端に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の先端より後方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の押圧力発生時に負荷がかけられることを特徴とする発生力測定装置。
- [19] 請求項13又は14に記載の発生力測定装置において、前記試料の後端に取り付けられた固定ロッドと、前記固定ロッドを水平に支持するスタンドと、前記可動部材の後端より前方に設けられた滑車と、前記滑車に懸下された錘と、前記錘に接続された糸とを有し、前記糸は前記可動部材と前記滑車により水平に支持されており、もって前記錘により前記試料の引張力発生時に負荷がかけられることを特徴とする発生力測定装置。
- [20] 請求項18又は19に記載の発生力測定装置において、前記試料の後端に接合された作用電極と、前記試料の先端に接合された対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に通電することにより前記発生力を生じさせることを特徴とする発生力測定装置。
- [21] 請求項13～20のいずれかに記載の発生力測定装置において、前記摩擦低減体がエアベアリングであることを特徴とする発生力測定装置。
- [22] 請求項18～21のいずれかに記載の発生力測定装置において、前記試料の後端側にステージが設けられており、前記ステージ上に前記スタンドが立設されており、前記ステージは前記ロードセルからの信号を受信して前記可動部材の変位と同じ向き及び／又は逆向きに動くようになっていることを特徴とする発生力測定装置。

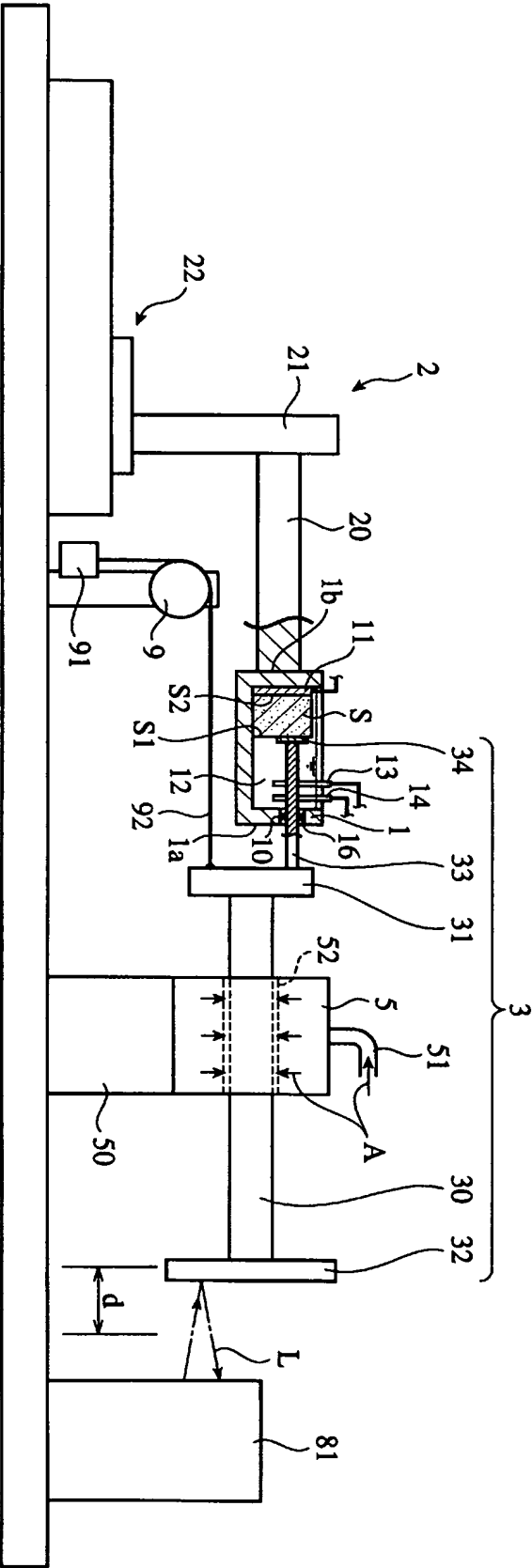
[図1]



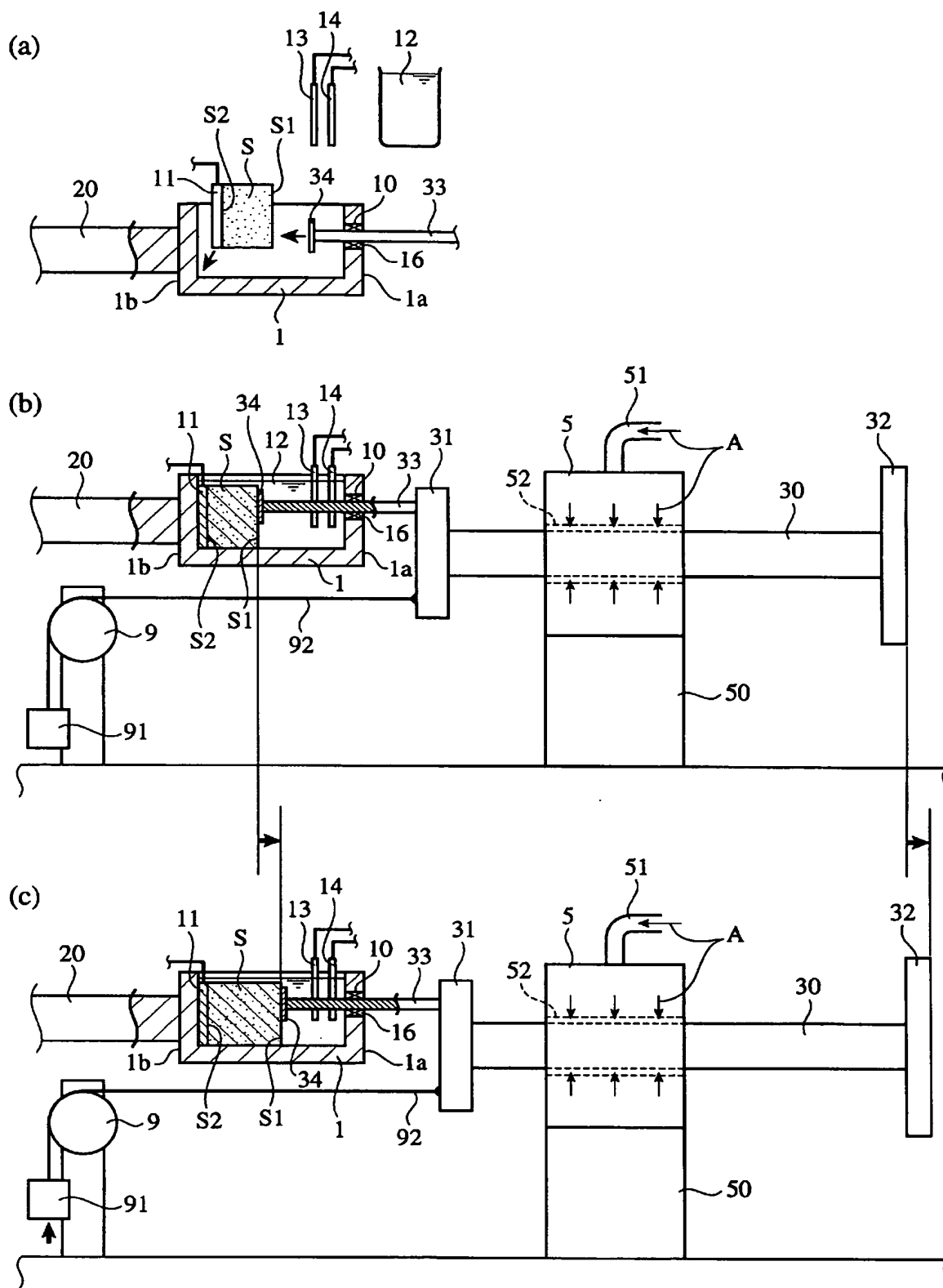
[図2]



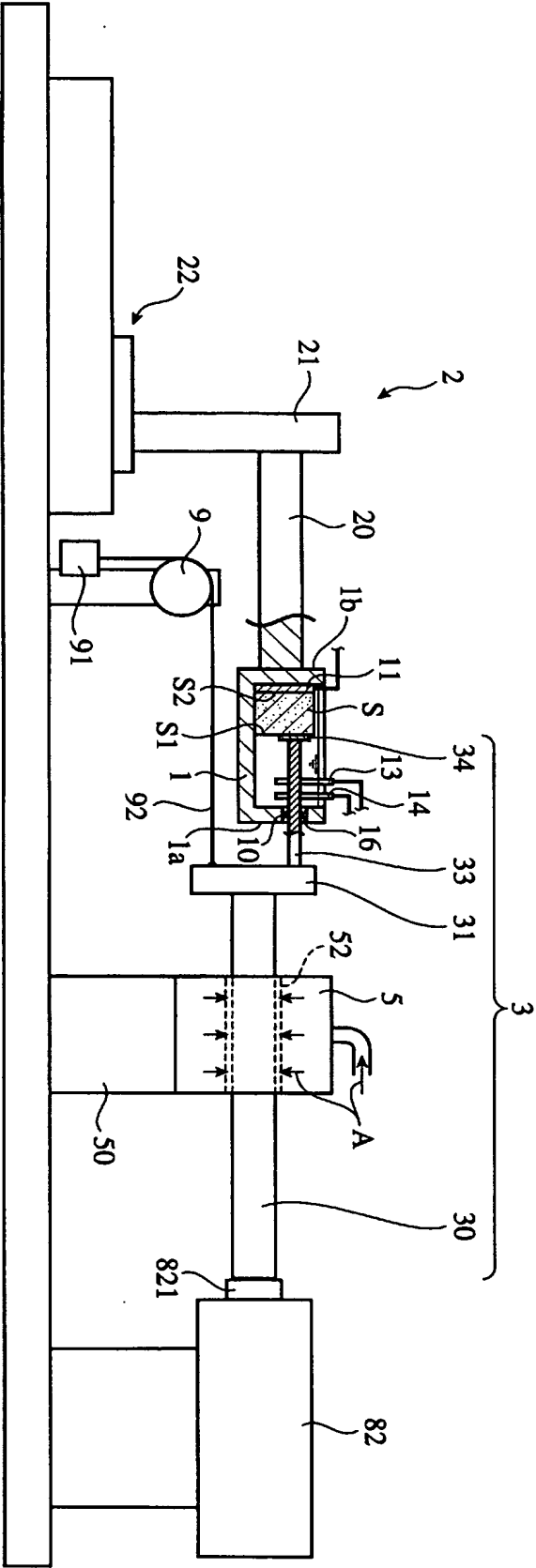
[図3]



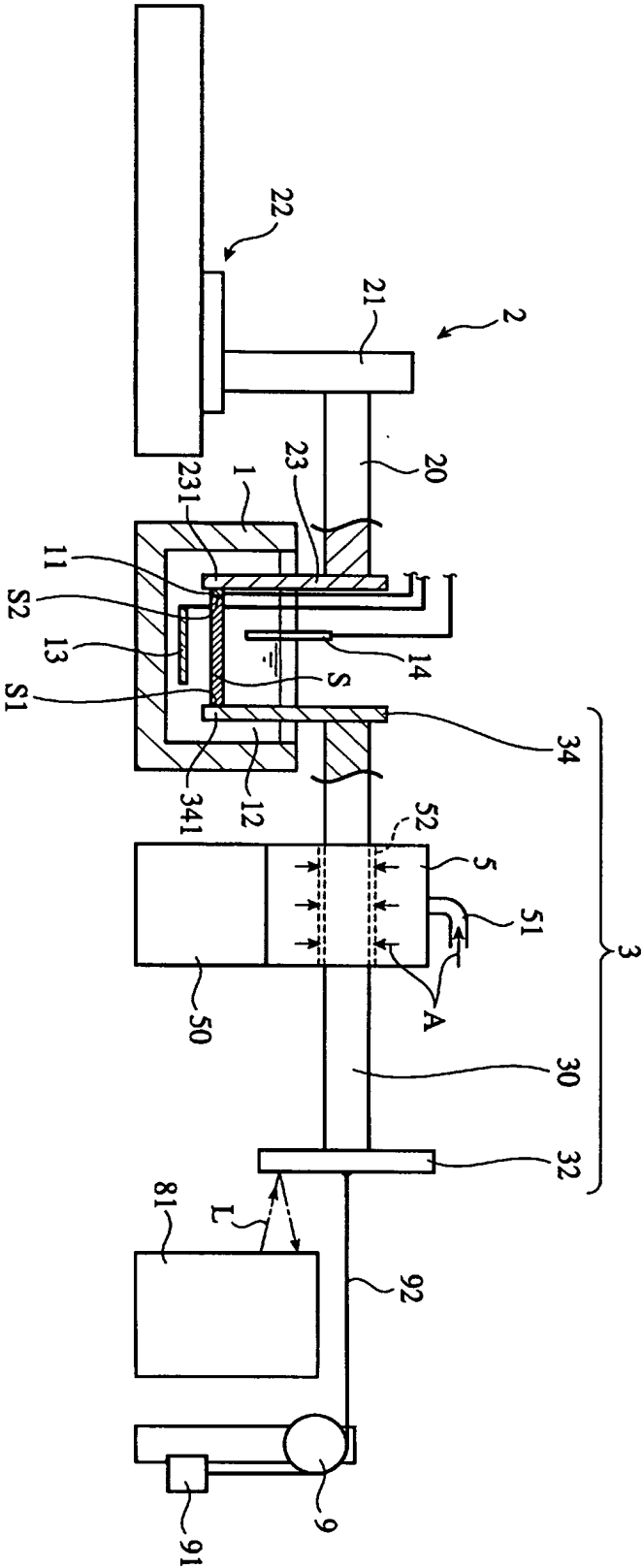
[図4]



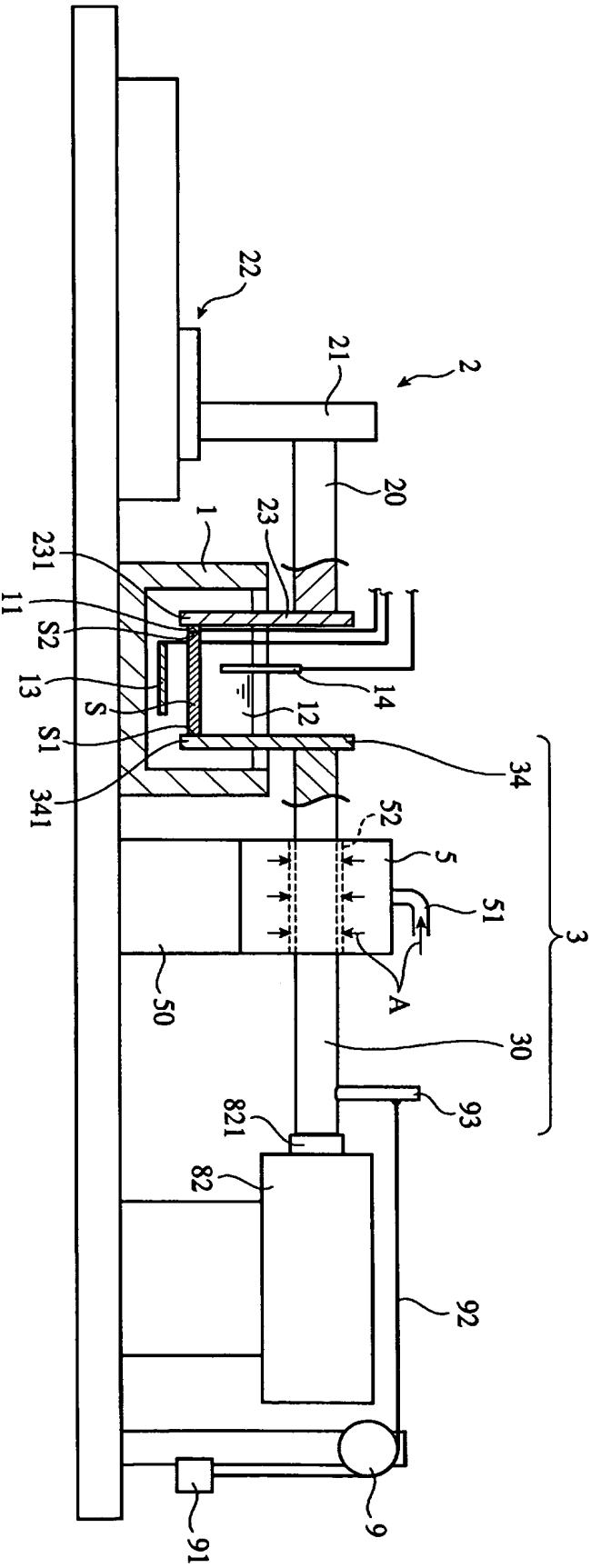
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

